

- в случае невозможности выполнения предыдущего пункта трансформировать индивидуальную стратегию обучаемого, переходя на смешанную стратегию обучения. Такая стратегия обучения останется допустимой по отношению к достижению поставленной цели;
- перепрограммировать модель обучения в ситуациях перехода от одного результата тестирования к другому в пределах одного и того же этапа обучения.

В последнем случае необходимость в перепрограммировании модели обучения определяется изменением функции доходов. Использование рассмотренной модели позволяет произвести автоматическую коррекцию индивидуальных стратегий обучаемого. Особенность предлагаемого подхода состоит в возможности перенесения модели обучаемого, сформированной преподавателем при личных контактах, в образовательную среду компьютерного (дистанционного) обучения.

**Основные результаты и выводы.** Предложенный подход позволяет одновременно использовать инструментальную систему в процессе совместной работы над одним учебным курсом коллективу таких специалистов, как преподаватель, ведущий аналогичный курс, психолог, дизайнер, редактор и т.д. Использование инструментальной системы поддержки интеграции учебно-методических материалов позволит не только существенно сократить время создания курсов компьютерного (дистанционного) обучения, но и в дальнейшем позволит оперативно обновлять материалы курсов. Внедрение таких систем позволит обеспечить более быстрый переход на единые форматы передачи учебной информации, что, в свою очередь, будет способствовать расширению сферы применения данной инструментальной системы.

**Список литературы:** 1. Чернявский А. Ф. Автоматизированные обучающие системы на базе ЭВМ / Под ред. А.Ф. Чернявского. – Минск: Изд-во БГУ им. В.И.Ленина, 1980. – 155 с. 2. Румянцев И. А. Аксиоматическая теория структурно-алгоритмического моделирования процесса обучения. – СПб: РГПУ им. А.И.Герцена, 1991. – 230 с. 3. Werner E. Artificial intelligence and tutoring systems. Computational approaches to the communication of knowledge. – Los Altos: Morgan Kaufmann, 1987. – 486 p. 4. Benjamin S. Bloom Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, by committee of college and university examiners. – New York: D. McKay Co, 1956-1964. 5. Семенец В. В., Шубин И. Ю. Концепция интегрированной среды разработчика компьютерных обучающих систем // Проблемы бионики. – 1999. – № 50. – С. 49-61. 6. Bilous N., Shubin I., Vyrodov O. The conception of interactive training system design: In journal of New Solutions in Modern Technologies. – Kharkiv, Ukraine. – 2006. – № 79. – С. 68-70. 7. Bondarenko M., Bilous N., Shubin I. The Ukrainian e-Learning Region: In Proceedings of 10-th International LInE Conference New Partnerships and Lifelong Learning. – Helsinki, Finland. – 2008. – P. 88-92 8. Горбач Т. В., Шубин И. Ю. Концепция построения интерактивной системы реализации дополнительного профессионального образовательного процесса // Материалы 5-й конференции "Дополнительное профессиональное образование: от спроса до признания". – Москва, 7-8 июня 2007 г. – С. 51-53.

Поступила в редколлегию 21.12.09

УДК 519.7

**М. Л. ЛЮБЧИК**, аспирант НТУ «ХПИ»

## **АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «БОНУС-МАЛУС» НА ОСНОВІ МАРКІВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ**

В статті розглядається задача аналізу системи «бонус-малус» в автомобільному страхуванні. З застосуванням негативної біноміальної моделі для розподілу числа страхових випадків проведено і досліджене моделювання зміни середнього рівня премій, величини нарахування в перший рік і еластичності системи «бонус-малус» для різних видів транспорту.

В статье рассматривается задача анализа системы «бонус-малус» в автомобильном страховании. На базе отрицательной биномиальной модели для распределения числа страховых случаев проведено и исследовано моделирование изменения среднего уровня премий, величины начисления в первый год и эластичности системы «бонус-малус» для различных видов транспорта.

In this paper inverse the problem of analysis of "bonus-malus" in automobile insurance. On the basis of the negative binomial model for the distribution of the number of insurance cases performed and studied modeling changes in the average level of premiums, the value of assessment in the first year and the elasticity of the «bonus-malus» system for different modes of transport.

**Вступ.** Важливим інструментом, що застосовується при страхуванні громадянської відповідальності власників транспортних засобів є так звана система «бонус-малус», що використовується страховими компаніями при розрахунку вартості договору страхування. Система «бонус-малус» (СБМ) передбачає зменшення або збільшення страхової премії стосовно базового страхового тарифу, якій власник транспортного засобу зобов'язаний заплатити при укладанні договору страхування [1]. Коефіцієнт, що знижує страхову премію (бонус), застосовується у випадку, якщо водій не здійснював шляхово-транспортні випадки (ШТП) в період дії попереднього договору страхування, інакше застосовується коефіцієнт, що підвищує премію (малус)

Метою даної роботи є аналіз показників якості функціонування СБМ на основі статистики страхових випадків, зареєстрованих страховою компанією.

**Постановка задачі.** В основу моделювання СБМ покладене розподіл полісів на кінцеве число класів, що позначені через  $C_i$  ( $i=1...s$ ), так, щоб розмір річної премії залежав тільки від номера класу. Клас, до якого відноситься поліс у поточний період страхування, визначається класом, у якому він перебував у попередній період і числом страхових випадків, що було зареєстровано у даний період. Така система визначається трьома елементами: преміальною шкалою  $b = (b_1 \mathbf{K} b_n)$ , початковим класом  $C_0$  і перехідними правилами, які визначають умови переходу з одного класу в інший, за умови, що число страхових випадків відомо. Ці правила можна

ввести у вигляді перетворень  $T_k$  таких, що  $T_k(i) = j$ , якщо поліс переходить із класу  $C_i$  в клас  $C_j$ , за умови, що зареєстровано  $k$  страхових випадків.

Перетворення  $T_k$  можна представити у вигляді матриці  $T_k = (t_{ij}(k))$ , де  $t_{ij}(k) = 1$ , якщо  $T_k(i) = j$  й  $t_{ij}(k) = 0$  у протилежному випадку.

Імовірність переходу із класу  $C_i$  в клас  $C_j$  для страховальника характеризується параметром  $\lambda$  - частотою страхових випадків, і має вигляд

$$P_{ij}(\lambda) = \sum_{k=0}^{\infty} P_k(\lambda) t_{ij}(k), \quad (1)$$

де  $P_k(\lambda)$  - ймовірність того, що з вини водія відбудеться  $k$  страхових випадків протягом року. Очевидно, що  $P_{ij}(\lambda) \geq 0$  й  $\sum_{j=0}^S P_{ij}(\lambda) = 1$ . Тоді послідовність переходів водія із класу в клас визначається ланцюгом Маркова з перехідною матрицею

$$P(\lambda) = \|P_{ij}(\lambda)\|. \quad (2)$$

де  $P_{ij}(\lambda)$  - ймовірність переходу водія із класу  $i$  в клас  $j$ .

Найпоширенішими моделями для розподілу числа страхових випадків у страховому портфелі є пуасонівська, негативна біноміальна, зворотна гаусівська модель і модель «гарні/погані ризики» [1]. Пуасонівський розподіл дає гарний опис поведінки індивідуальних страховальників і використовується для порівняння різних СБМ із погляду страховальника, але найбільш точним виявляється негативний біноміальний розподіл [1].

**Вибір моделі розподілу страхових випадків.** Найбільш поширеною є пуасонівська модель, яка передбачує, що розподіл  $\{p_k(\lambda), k = 0, 1, 2, \dots, K\}$  числа страхових випадків відповідає пуасонівському закону:

$$p_k = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, K \quad (3)$$

Проста пуасонівська модель не завжди відповідає даним реальних статистичних спостережень. Відхилення гіпотези про пуасонівський вигляд моделі є наслідком того, що поведінка страховальників є неоднорідним. Більш реалістичною є так звана негативна біноміальна модель, що дозволяє задовільно моделювати розподіл числа страхових випадків.

Для отримання негативної біноміальної моделі припустимо, що розподіл  $\{p_k(\lambda), k = 0, 1, 2, \dots, K\}$  числа страхових випадків на рахунку кожного

страхувальника відповідає пуасонівському розподілу, у якому значення параметра  $\lambda$  міняється від одного страхувальника до іншого. Кожен страхувальник характеризується значенням свого параметра  $\lambda$ . При такому підході  $\lambda$  розглядається як випадкова величина  $\Lambda$  з гама-розподілом [2]. Тоді розподіл числа страхових випадків має назву змішаного пуасонівського розподілу і визначається формулою:

$$p_k = \int_0^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} u(\lambda) d\lambda, \quad k = 0, 1, 2, \dots, K \quad (4)$$

де  $u(\lambda)$  - так звана структурна функція, а саме щільність розподілу випадкової величини  $\Lambda$ . Виберемо розподіл випадкової величини  $\Lambda$  у вигляді гамма-розподілу  $u(\lambda) = \frac{\tau^\alpha e^{-\tau\lambda} \lambda^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)}$ ,  $\alpha, \tau > 0$  з параметрами  $\alpha$  й  $\tau$ .

Негативний біноміальний розподіл сходиться до пуасонівського при  $\alpha \rightarrow \infty$  й при  $\tau \rightarrow 0$  за умови, що середнє залишається постійним. Таким чином, параметр  $\alpha$  може інтерпретуватися як міра концентрації в реалізації страхових випадків із часом. Використання негативного біноміального розподілу замість пуасонівського є розумним, якщо концентрація слабо впливає, тобто якщо  $\alpha$  мало.

Негативна біноміальна модель має дуже важливу теоретичну властивість стабільності структурної функції [3]. Покажемо, що якщо апіорним розподілом випадкової величини  $\Lambda$  є гамма-розподіл з параметрами  $\alpha$  й  $\tau$ , той апостеріорний розподіл також є гамма-розподілом, але з параметрами  $\tau + t$  та  $\alpha + k$ , де  $k = \sum_{i=1}^t k_i$  - загальне число страхових випадків. Таким чином, якщо відбуваються  $k$  аварій у  $t$  років, то це приведе тільки до зміни параметрів гамма-розподілу, а саме,  $\alpha$  і  $\tau$  заміняться  $\alpha + k$  й  $\tau + t$ .

Дійсно, за теоремою Байєса

$$u(\lambda | k_1, \dots, k_t, \mathbf{K}) = \frac{(\tau + t)^{\alpha + k} \lambda^{\alpha + k - 1} e^{-(\tau + t)\lambda}}{\Gamma(\alpha + k)}, \quad (6)$$

що є функцією щільності розподілу-гамма-розподілу з параметрами  $\tau + t$  й  $\alpha + k$  [4].

**Аналіз системи «бонус-малус».** Відповідно до основного рівняння динаміки марківського ланцюга

$$P^T(t+1) = P^T(t) \cdot P, \quad (7)$$

де  $\Pi_{ij} = P(S(t+1) = j | S(t) = i)$  - перехідна матриця,  $P(t) = (P_i(t) \mathbf{K} P_N(t))$  - розподіл ймовірностей знаходження страхувальника у відповідному класі СБМ, що задовольняє умовам нормування ( $\sum_{i=0}^N P_i(t) = 1$ ,  $0 \leq P_i(t) \leq 1$ ),  $t$  - номер року,  $N$  - кількість класів у СБМ.

Використовуючи вектор ймовірностей знаходження страхувальника у відповідному класі СБМ  $P(t)$  у рік  $t$  можна знайти середню премію, що виплачує страхувальник

$$A = (\sum_{i=0}^N P_i(t) * S_i) / N. \quad (8)$$

Знайдений розподіл ймовірностей стану страхувальника дозволяє провести аналіз ефективності СБМ шляхом обчислення показників ефективності, а саме відносного стаціонарного середнього рівня премій  $\rho$ , величини нарахування в перший, вступний рік  $r$  та еластичності середньої стаціонарної премії  $\eta(\lambda)$  щодо частоти страхових випадків  $\lambda$ :

$$\rho = \frac{A - A_{\min}}{A_{\max} - A_{\min}}, \quad r = \frac{A_{\min} - A}{A}, \quad \eta(\lambda) = \frac{dP(\lambda)/P(\lambda)}{d\lambda/\lambda}, \quad (9)$$

де  $A$  - середня премія,  $A_{\min}$  - мінімальна премія,  $A_{\max}$  - максимальна премія,  $A_{\min}$  - початкова премія.

За допомогою розробленої математичної моделі був проведений чисельний аналіз ефективності СБМ, а саме, моделювання зміни середнього рівня премій, величини нарахування в перший рік й еластичності СБМ для різних видів транспорту залежно від часу. При цьому для побудови моделі було використане реальні статистичні дані, отримані від страхових фірм України за 2005-2007 роки.

**Висновки.** З застосуванням отриманих результатів була сконструйована оптимальна по прибутку СБМ, що мінімізує ризик страхової фірми для кожного виду транспорту. Дослідження залежності доходу страхової фірми від значення середнього розміру виплати по страховому випадку для різних видів транспорту дозволило виділити його збиткові види. Математична модель, що розглядається в даній роботі, може бути застосована на практиці для удосконалення систем автомобільного страхування.

**Список литературы:** 1. Лемер Ж. Системы «бонус-малус» в автомобильном страховании: Перев. с англ., изд 2-е. – М.: Янус-К, 2003. – 259с. 2. Лемер Ж. Автомобильное страхование. Актуарные модели: Перев. с англ., изд 2-е – М.: Янус-К, 2003. – 308с. 3. Фалин Г.И. Математический анализ рисков в страховании. – М.: Росс. Юр. Изд. Дом, 1994. 4. R.Kaas, M.Goovaerts, J. Dhaene, M.Denuit «Modern Actuarial Risk Theory». – Kluwer Academic Publishers, 2001. – 309 p. – ISBN 0-7923-7636-6

Поступила в редколлегию 14.12.09

УДК 519.2

**Н. К. СТРАТИЄНКО**, канд. техн. наук, доцент каф. АСУ НТУ «ХПІ»,  
**К. С. СУМЦОВА**, студент каф. АСУ НТУ «ХПІ»

## ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПІДБОРУ ПЕРСОНАЛУ В РЕКРУТІНГОВИХ КОМПАНІЯХ

В статті розглядаються питання автоматизації процесу підбору персоналу в рекрутингових компаніях, наводиться постановка задачі, розглядається підхід до розробки інформаційного забезпечення з використанням методів багатокритеріальної оптимізації для відбору кандидатів на вакантні посади у різні компанії.

В статье рассматриваются вопросы автоматизации процесса подбора персонала в рекрутинговые компании, приводится постановка задачи, рассматривается подход к разработке информационного обеспечения с использованием методов многокритериальной оптимизации для отбора кандидатов на вакантные должности в различные компании.

In the article the questions of automating the process of recruiting staff in the recruiting companies, the target settings is given, although reviews an approach to develop the information, using the methods of multi-criteria optimization for selecting candidates for vacant positions in various companies.

**Вступ.** Вдосконалення систем управління персоналом потребує нові підходи до організації підбору персоналу, а також впровадження інформаційних засобів для обліку, аналізу та підбору працівників.

Рекрутингова компанія (РК), виконуючи своє поставлене завдання, є тією ланкою, яка допомагає швидко і якісно надати кандидатів на вакантну посаду. Для виконання пошуку і відбору кандидатів на різні посади, РК необхідна більш ефективна автоматизація процесу обліку і аналізу даних кандидатів, бо з кожним роком об'єми інформації збільшуються, і процес аналізу стає важким, менш професійним та займає багато часу.

Формування ефективної системи для аналізу даних та відбору кандидатів є одним з найбільш важливих завдань сучасної системи управління персоналом (УП).

**Постановка задачі.** Основною діяльністю рекрутингової компанії є швидкий та якісний підбір персоналу для різних підприємств, організацій, фірм, що працюють в різноманітних сферах діяльності. РК мають як переваги так і недоліки перед відділами кадрів підприємств.

При скоординованій роботі підприємства і РК, можна досягти ефективного пошуку нових кадрів для підприємства. Це означає формулювання чітких вимог до вакансії, а також тісну скоординовану роботу співробітників відділу кадрів і консультанта РК, який працює над конкретною вакансією.

Внутрішня схема взаємодії РК і компанії-замовника приведена на рис. 1.